

教員のための遺伝子組換え実験教育研修会  
海外における遺伝子リテラシー教育の動向



大藤道衛  
東京テクニカルカレッジ・バイオ科

1

内容

1. 米国での遺伝子リテラシー教育の歴史
2. 米国高等学校での遺伝子教育と教育教材
3. 米国高校生のインターンシップ  
Illinois University at Rockford
4. 科学館での遺伝子リテラシー教育  
The Tech Museum of Innovation at San Jose  
Singapore Science Center

2

米国高校（特にCA）における遺伝子教育の歴史

1980年～ 生命科学がバイオ技術を通じ産業に発展



高校の生物学と実社会のバイオテクノロジーとの間での  
ギャップ（高校教員）



一般教養としてのバイオ教育／遺伝子教育の必要性

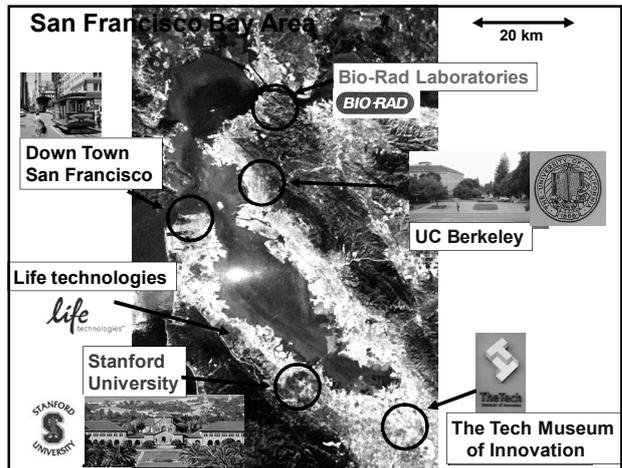


ギャップを埋めるカリキュラムの草の根的発生（高校教員）

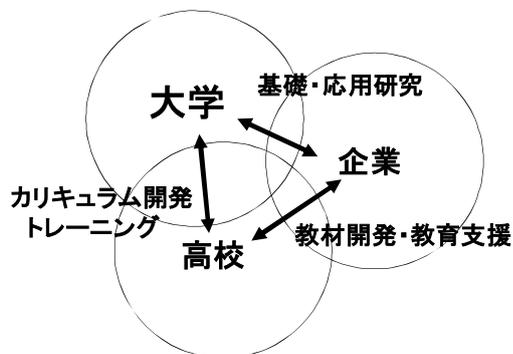


1985年～ 研究者と高校教員による共同カリキュラム  
大学での高校教員の遺伝子教育トレーニング  
(Stanford Univ.などで、生命科学のAPプログラム)

3



大学・企業・高校の連携



5

1980年代後半  
カリキュラム開発に対する国の研究助成  
バイオ技術の発展と遺伝子教育は車の両輪



1990年  
初の“DNA SCIENCE”教科書  
教育目的実験は、NIHガイドラインと無関係



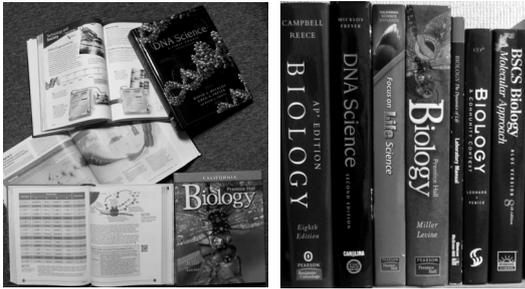
クリントン大統領

1995年 DNA SCIENCEが  
National Science Education Standardに掲載  
(K11, 12にて実施)  
充実した生物学教科書、多数出版

Biotechnology Explorer Program 開発・発売

6

## 米国高校生物学教科書



分子生物学含む遺伝について: ~20%  
**ヒト生物学、実験、ストーリー性**  
**Advanced placement (AP) Biology**

7

## 米国高等学校生物学における実験授業

実施学年: 主にK11, 12  
**(National Science Education Standard )**  
**Regular, Advanced Placement (AP)**

組換えDNA実験:  
 大腸菌K12株を用いるような教育レベルの実験は、NIH  
 ガイドラインの除外事項でありどこでも実施可能

ヒトゲノムDNAを用いた実験:  
 倫理的問題に関わらない範囲で実施可能  
 病気に関係する遺伝子を用いない  
 表現型に関わる遺伝子を用いない  
 親子鑑定や民族の違いに関わるDNA配列は用いない

8

### GOALS OF THE COURSE

The AP Biology Development Committee conducts surveys in which professors at colleges regularly receiving the most AP students respond to a questionnaire asking them to describe the content of their introductory biology courses for biology majors. The AP Course Description that follows was developed by the committee after a thorough analysis of survey results.

The AP Biology Exam seeks to be representative of the topics covered by the survey group. Accordingly, goals have been set for percentage coverage of three

#### central topics.

- I. Molecules and Cells, 25%
- II. Heredity and Evolution, 25%
- III. Organisms and Populations, 50%

### 12 RECOMMENDED BIOLOGY LABORATORIES

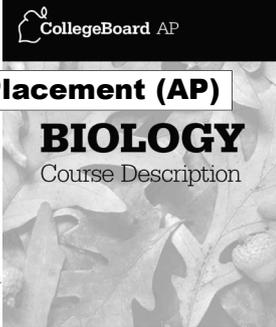
#### Laboratory Topic

1. Diffusion and Osmosis
2. Enzyme Catalysis
3. Mitosis and Meiosis
4. Plant Pigments and Photosynthesis
5. Cell Respiration
6. Molecular Biology
7. Genetics of Organisms
8. Population Genetics and Evolution
9. Transpiration
10. Physiology of the Circulatory System
11. Animal Behavior
12. Dissolved Oxygen and Aquatic Primary Productivity

An overview and objectives are presented for each laboratory on the pages that follow. Teachers can use this information in conjunction with their own laboratories that address these topics and objectives, or in conjunction with the *AP Biology Laboratory Manual for Students* and the *AP Biology Laboratory Manual for Teachers* (go to AP Central for ordering information).

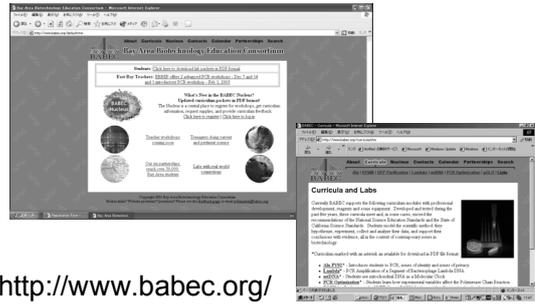
### MAJOR THEMES

- I. Science as a Process
- II. Evaluation
- III. Energy Transfer
- IV. Continuity and Change
- V. Relationship of Structure to Function
- VI. Regulation
- VII. Interdependence in Nature
- VIII. Science, Technology, and Society



## BABEC (Bay area biotechnology education consortium)

大学・企業・高等学校の連携: サンフランシスコ湾周辺  
 指導教員・高校生向けワークショップの実施



<http://www.babec.org/>

10

### Review

## The Involvement of Genome Researchers in High School Science Education

Maureen Munn,<sup>1\*</sup> Peggy O'Neill Skinner,<sup>2</sup> Lane Conn,<sup>3</sup> H. Geraldine Horsman,<sup>4</sup> and Paula Gregory<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Molecular Biotechnology, University of Washington, Seattle, Washington 98195 USA; <sup>2</sup>The Bush School, Seattle, Washington 98112 USA; <sup>3</sup>Stanford DNA Sequencing and Technology Center, Stanford University, Palo Alto, California 94304 USA; <sup>4</sup>Henny M. Gunn High School, Palo Alto, California 94306 USA; <sup>5</sup>Human Cancer Genetics Division, Ohio State University, Columbus, Ohio 43210 USA

### Genome Res. 9, 597-607 (1999)



**Lane Conn**  
 Stanford Human Genome Center  
 Director, Educational Program  
<http://www.SHG.stanford.edu/bio-ed>  
 e-mail: lconn@shgc.stanford.edu



**Figure 1** High school students participate in authentic research projects. One project developed at the Human Genome Education Program at Stanford University, local high school students participate in an experiment called DNA Fingerprinting at your DNA. Students use PCR to amplify DNA from their own cheek cells and examine human inheritance through DNA analysis. It is similar to the process used to help locate lost children from the "Dirty War" in Argentina. Through this compelling human story, students learn DNA basics while exploring issues of privacy, family, and legal issues surrounding DNA fingerprinting.

11

## "Biotechnology Explorer Kits & Curriculum"

高等学校等での実習授業を想定したキット  
 各レッスンは50分、レッスンごとに目標を示し、レッスン開始、  
 最後に理解度チェック実施

<Kit内容>

- ①実習に必要な試薬・器具
- ②実習準備マニュアル
- ③教員用テキスト(授業目標、実習指導テキスト、理解度テスト)
- ④生徒用テキスト(授業目標、実習テキスト、理解度テスト)
- ⑤実習に必要な用語説明・参考資料



[explorer.bio-rad.com](http://explorer.bio-rad.com)



**Bio-Rad laboratories**  
(バイオ研究支援企業)



Mr. Ron Mardigian Dr. Melissa Woodrow



Dr. Bryony Ruegg

**遺伝子工学と実習キットシリーズ**

**ゲノムDNA抽出**

Genes in a Bottle Kit

**遺伝子クローニング**

Cloning and Sequencing Explorer Series  
Secrets of the Rainforest kit

**遺伝子解析**

DNA Fingerprinting kit  
PV2 PCR Informatics kit  
Crime Scene Investigator PCR Basics™ kit  
GMO investigator™ kit  
Lambda DNA kit

**遺伝子導入(形質転換)**

pGLO™ Bacterial Transformation kit

**遺伝子発現タンパク質**

Green Fluorescent Protein Chromatography Kit

**タンパク質解析**

Got Protein™ kit  
Comparative Proteomics kit I, II  
ELISA Immuno Explorer™ kit  
Size Exclusion Chromatography kit

**Biotechnology Explorer : Global Markets (2004)**

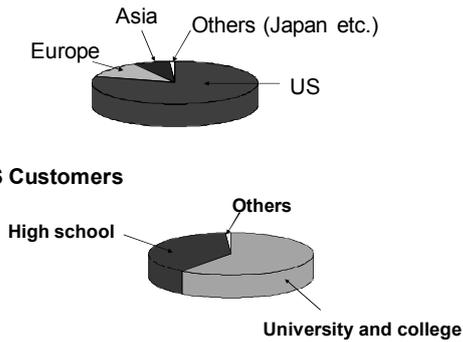


Table 153. Age range for compulsory school attendance, special 1997, 2000, 2002, and 2004

State	Compulsory attendance		
	2000	2002	2004
Alabama	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Alaska	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Arizona	6 to 19	6 to 19	6 to 19
Arkansas	6 to 18	6 to 18	6 to 18
California	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Colorado	7 to 18	7 to 18	7 to 18
Connecticut	7 to 18	7 to 18	7 to 18
Delaware	6 to 18	6 to 18	6 to 18
District of Columbia	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Florida	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Georgia	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Hawaii	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Idaho	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Illinois	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Indiana	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Iowa	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Kentucky	6 to 16	6 to 16	6 to 16
Louisiana	7 to 17	7 to 17	7 to 17
Maine	7 to 17	7 to 17	7 to 17
Maryland	6 to 16	6 to 16	6 to 16
Massachusetts	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Michigan	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Minnesota	7 to 19	7 to 19	7 to 19
Mississippi	6 to 17	6 to 17	6 to 17
Missouri	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Montana	7 to 18	7 to 18	7 to 18
Nebraska	7 to 17	7 to 17	7 to 17
Nevada	6 to 18	6 to 18	6 to 18
New Hampshire	7 to 16	7 to 16	7 to 16
New Jersey	6 to 18	6 to 18	6 to 18
New Mexico	6 to 18	6 to 18	6 to 18
New York	6 to 18	6 to 18	6 to 18
North Carolina	7 to 16	7 to 16	7 to 16
North Dakota	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Ohio	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Oklahoma	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Oregon	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Pennsylvania	6 to 17	6 to 17	6 to 17
Rhode Island	6 to 18	6 to 18	6 to 18
South Carolina	6 to 16	6 to 16	6 to 16
South Dakota	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Tennessee	6 to 17	6 to 17	6 to 17
Texas	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Vermont	7 to 16	7 to 16	7 to 16
Virginia	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Washington	6 to 17	6 to 17	6 to 17
West Virginia	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Wisconsin	6 to 18	6 to 18	6 to 18
Wyoming	6 to 18	6 to 18	6 to 18

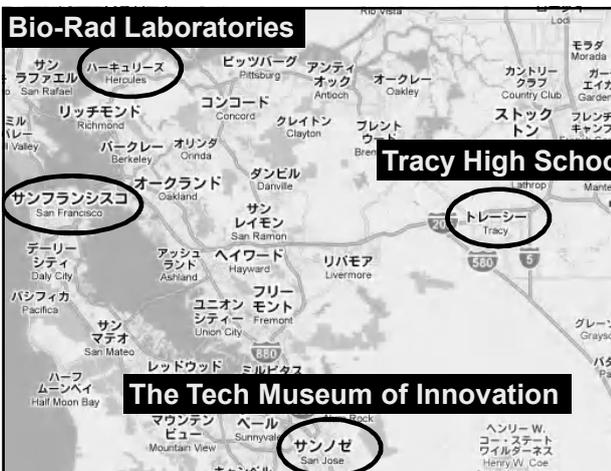
**米国の義務教育**  
18歳まで義務教育: 13州

California	6 to 18
Georgia	6 to 16
Hawaii	6 to 18
Idaho	7 to 16
Illinois	7 to 16
Indiana	7 to 16

**カリフォルニア**  
K6-8: middle school  
K9-12: high school

National Center for Education Statistics  
<http://nces.ed.gov/>

Digest of Education Statistics, 2006  
<http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2007017>



Tracy High School  
Merrill F. West High School  
Delta Charter High School  
Kimball High School

Mr. J. Kirk Brown  
<http://www.jkirkbrown.com/>

10年生(K10):  
 化学(Chemistry)、生物学(Biology)  
 バイテク1(Biotech 1)  
 11年生(K11):  
 国際バカロレアカリキュラムIB Advanced Biology I  
 バイテク2(Biotech 2)  
 12年生(K12):  
 国際バカロレアカリキュラムIB Advanced Biology II  
 実験 バイテク3(Biotech 3)

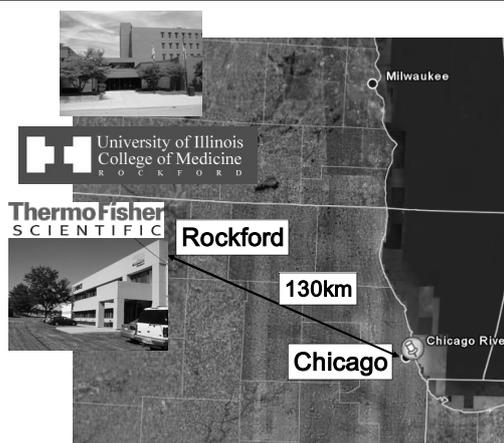


生物教育(含:遺伝子教育)

バイテクは、自ら研究するラボワーク中心。  
 全員がテーマを設定して自ら研究する(~45名)。  
 一般の高校であるため、生徒のレベルはまちまち。  
 各人のテーマレベルもまちまち、プラスミド精製条件から、  
 大学と連携した研究(ミトコンドール解析等)まで様々。  
 大学教員に生徒自身がメールで質問してサポートを受けることもある。  
 ラボワークでは、何人かの生徒がメンターをつとめる。

企業・大学インターンシップ  
 The University of Illinois College of Medicine at Rockford  
 & The Thermo Fisher Scientific

大学生→企業  
 高校生→企業・大学



UNIVERSITY OF ILLINOIS COLLEGE OF MEDICINE AT ROCKFORD

CAMPUSES: CHICAGO PEORIA ROCKFORD URBANA

ABOUT ADMISSIONS DEPARTMENTS & PROGRAMS RESEARCH STUDENT SERVICES PATIENT SERVICES NEWS GIVING

Summer Science Program

Summer Science Fellowship

MS DEGREE IN MEDICAL BIOTECHNOLOGY  
 BIOMEDICAL RESEARCH  
 SUMMER SCIENCE PROGRAM  
 SMART PROGRAM

For almost 20 years, the partnership between the University of Illinois College of Medicine at Rockford and Thermo Fisher Scientific has allowed science-minded high school students, teachers and college students to participate in a paid summer internship that delivers hands-on laboratory experience.

Students get the opportunity to work side-by-side with researchers for 40 hours per week, conducting cutting edge medical research and making new discoveries

募集: インターネット  
 選考審査: 自己推薦書、成績、面談  
 志願者40-50名 10名程度を選抜  
 テーマ: 企業・大学研究室テーマの一部  
 アッセイ法の開発・現製品の改良等  
 実施期間: 12週間(夏休み)

<http://rockford.medicine.uic.edu/>

ROCKFORD CHERRY VA

Science interns spend summer as 'part of team'

By Mark Williams

ROCKFORD — Another summer finds students in white lab coats working side-by-side with researchers in a laboratory setting.

Students, a group of about 10, are participating in the Summer Science Program, a partnership between the University of Illinois College of Medicine at Rockford and Thermo Fisher Scientific.

The program allows students to gain hands-on laboratory experience and work on research projects that are currently being conducted by researchers at the university.

One of the high school students in training of Culture and a research project on genetic diversity in different types of corn.

Competitive admission

The program is open to high school students who are currently in their senior or junior year of high school and have completed at least one semester of college-level biology.

Program participants

Participants include students from various high schools in the Rockford area, including Rockford High School, Rockford College Prep, and others.

Program participants

Participants include students from various high schools in the Rockford area, including Rockford High School, Rockford College Prep, and others.

Laboratory activities



## 2006

### High school students

1. Characterization and generation of RANKL:  
An important contributor in the genesis of Osteoporosis
2. Is Megalin the "Elusive" sex hormone-binding globulin receptor in rat brain?
3. Investigation towards the development and optimization of a stripping buffer for western blotting
4. Development fo a peptide therapy for allergy and asthma
5. Antitumor therapeutic efficacy of embryonic stem cells is associated with their differentiation into immune cells

### College students

1. Protocol optimization for siRNA
2. Protein detection in polyacrylamide using a new infrared protein stain
3. Multiplex western blot analysis
4. Microarray analysis of inflammation in stimulated human leukemia T

University of Illinois  
 遺伝子治療の基礎研究  
 抗体医薬の基礎研究  
 シグナル伝達の基礎研究

Thermo Fisher Scientific  
 タンパク質の微量検出技術  
 タンパク質の構造解析技術

### インタビューでの留意点

1. 自分の位置づけが理解できているか？  
プロジェクトの目的は何か？  
貴方は、プロジェクトのどの部分を担当したか？  
それは、全体の中でどのような役割か？
2. 主体的に実験を行っているか？  
実験の原理を答えられるか？  
用いた試薬(ベクターなど)の構造は何か？  
プライマーやsiRNAのデザインを自分で行ったか？  
どのような根拠で設定されたか理解しているか？  
対照実験はどれか？何をしたいのか？
3. 実験で苦労したこと迷ったことは何か？  
方向性を考えているか？  
これからどのような実験を行ったらよいか？  
今後のプロジェクトのゴールは何か？  
貴方は、将来どのようにしたいか？

## The Tech Museum of Innovation



<http://www.thetech.org/>

## The Tech Museum of Innovation Genetics展示内容

染色体からDNA(ビデオ上映)  
 DNAシーケンサー(シミュレーション体験)  
 DNAマイクロアレイ(シミュレーション体験)  
**GFP形質転換(Wet Lab. 実験体験)**  
 遺伝子治療(記事、日記展示)  
 遺伝子の全体像(ビデオ討論上映)  
 遺伝カウンセリング(ビデオによる事例紹介)  
 質問コーナー  
 意見公開(ビデオ撮影、メモ掲示)

## Dr. D. Barry Starr Director, Stanford at The Tech



<http://genetics.stanford.edu/outreach/tech.html>

”Genetics”プロジェクト:  
 StanfordのRick Myerがリーダー  
 NIHのグラントにより2001年スタート  
 Museum自体の資金は多数企業からの寄付

**“Be a genetic scientist”**  
**GFP形質転換 (Wet Lab. 実験体験)**




Put jellyfish DNA into real bacteria to make them glow!

This activity takes 15 minutes.

Wet Lab hours: 10:00 - 4:00

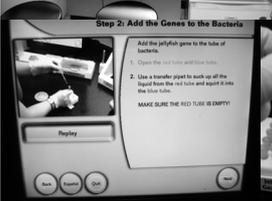
¡Pon ADN de medusa en bacterias reales para hacerlas brillar!

Esta actividad dura 15 minutos.

Horario del Laboratorio: 10:00 - 4:00

GFP形質転換: 毎日開催  
 職員、ボランティアがInstructor

**“Be a genetic scientist”**


Introduction

In this activity you will insert a jellyfish gene into bacteria. This gene provides the recipe for making green jellyfish protein. As your bacteria grow, they will make glowing green protein, just like a jellyfish.

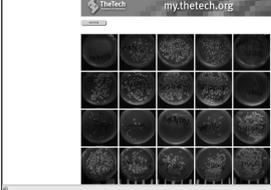
Step 2: Add the Genes to the Bacteria

Add the jellyfish gene to the tube of bacteria.

1. Open the red tube and take this.
2. Use a transfer pipet to suck up all the liquid from the red tube and deposit it into the blue tube.

MAKING SURE THE RED TUBE IS EMPTY!

**“Be a genetic scientist”**

You Earned a GeneKits Card!

Your bacteria need to grow overnight to make green jellyfish protein.

Remember, we will post a picture of your bacteria on your GeneKits webpage. As a bonus, you can feel your webpage by going to [www.mytech.org](http://www.mytech.org) and logging in the number on your GeneKits Card.

TheTech mytech.org

**遺伝子組換え大腸菌からのGFPの精製**




実験機材一式

疎水カラム

火曜日-金曜日限定  
 Stanford大学の大学院生がInstructor

34

**“Be a genetic scientist”ラボ**

2004年スタート  
 実験系開発:  
 Tsen博士とコラボ  
 現在の実験系:  
 プラスミドは、Bio-Rad製ではなく、  
 独自に作成した常時発現性プラスミド



学校向けの実験教室開催  
 先生引率で  
 主に小学生が参加

- ・細胞の染色
- ・GFP観察他



**点変異と病気**




Technology helps scientists look for gene mutations  
 La tecnología ayuda a los científicos a buscar mutaciones de genes

Everyone has mutations, or changes, in their genes. Most of these changes are harmless, but some can cause genetic diseases, such as sickle cell anemia and cystic fibrosis.

Supporting mutations that prevent cells and organisms from growing and surviving are called loss-of-function mutations. Scientists look for changes in the DNA that cause genetic diseases. Some mutations that cause genetic diseases can help to develop medicines and treatments for their diseases.

Los genes de todo el mundo tienen cambios mutacionales. Muchos cambios mutacionales no dañan, pero algunos pueden causar enfermedades genéticas, como la anemia falciforme y la fibrosis quística.

Los cambios mutacionales que impiden que las células y los organismos crezcan y sobrevivan se llaman mutaciones de pérdida de función. Los científicos buscan cambios en el ADN que causen enfermedades genéticas. Algunos cambios mutacionales que ayudan a desarrollar medicamentos y tratamientos para sus enfermedades.

This is a mutation in the DNA gene that causes sickle cell anemia.

35

DNAシーケンサーのシミュレーション体験

### SNPと薬(テーラーメイド医療)



Gene arrays and medicine  
Arreglos de genes y medicina

ワーファリン  
抗血液凝固剤



Warfarin  
(heart ailments)

コデイン  
鎮痛剤



Codeine  
(pain)

CYP2C9  
代謝

CYP2D6  
活性化×

心筋梗塞や脳梗塞での血液凝固阻害  
副作用: 鼻血・内出血

痛み止め  
副作用: 効かない

### DNAチップのシミュレーション体験

### 遺伝カウンセリング



Genetic portraits  
Retratos genéticos



### DNA fingerprintingの模擬体験実験

サンプルの採取      ビベット操作と電気泳動



サンプルの採取



ビベット操作と電気泳動



実験機材一式



電気泳動結果解析



火曜日-金曜日限定  
Stanford大学の大学院生がInstructor

### GM食品を食べるのは健康に悪いのか？ GM食品とは？

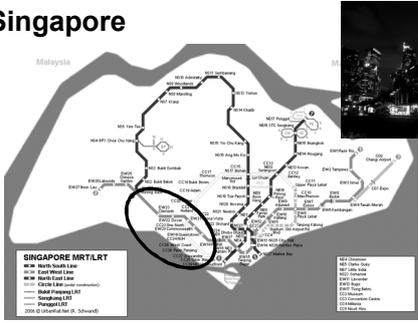
**GM食品はアレルギーを起こしますか？**  
⇒VERY LOW!

**外来DNAを食べるのは危険ですか？**  
⇒NO! 生物はみなDNAをもっています。

**GM食品の栄養価は低いですか？**  
⇒NO!

**GM食品は抗生物質耐性菌を広めますか？**  
⇒NO!

### Singapore



Singapore MRT/LRT





Ministry of Education  
moulding the future of our nation




人口(2008)  
4,737千人

### Singapore Science Centre








<http://www.science.edu.sg/>

## DNA Learning Lab



RAAdm Teo (Minister for Education)、Chee Hean(Second Minister for Defence)により2003年3月29日スタート  
当初は、教員研修と生徒の教育を行っていたが、現在では、生徒向けプログラムを実施

43

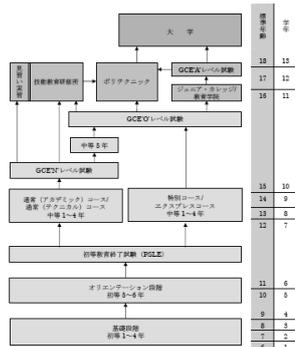
## DNA Learning Lab Programmes for Students

Title	Type	Levels
DNA: The Recipe of Life (DNA Talk)	Talk	4
Bioethics I (Discussion)	Disc	4
Bioethics II (Discussion)	Disc	4
Bacteria and Health	Disc	1 2
Bacteria Outbreak!	PLab	3 4 preU
Diversity of Cells	PLab	1 2
DNA Basics	PLab	1 2 3 4
DNA Detectives	PLab	1 2 3 4
Finding the Lost Princess	PLab	1 2 3 4
Genes and Our Traits	PLab	1 2 3 4
Bacterial Transformation	PLab	3 4 preU
DNA in Forensic Science	PLab	3 4 preU
DNA and Life	PLab	3 4 preU
Enzymes	PLab	3 4 preU
Genetic Diseases	PLab	3 4 preU
Genes To Proteins	PLab	3 4 preU
Protein Purification	PLab	3 4 preU
Restriction Enzyme Analysis (Full-day workshop)	PLab	3 4 preU
Polymerase Chain Reaction (Full-day workshop)	PLab	3 4 preU

<http://www.science.edu.sg/schoolprogrammes/Pages/dnaprogrammes.aspx>

44

## シンガポールの教育システム



出展: Education in Singapore (邦訳)

<http://nyc.niye.go.jp/youth/17koku/17kosin1.pdf>

45

## 理科教員のための遺伝子組換え実験教育研修会

平成13年8月:

筑波大学遺伝子実験センター(鎌田博教授)  
東京農工大学遺伝子実験施設(丹生谷博教授)

平成14年度:

筑波大学・東京農工大学・山形大学  
中国地区遺伝子実験施設コンソーシアム(広島大学・鳥取大学・  
島根大学・岡山大学・山口大学)  
遺伝子実験施設等十数か所で開催  
東京学芸大学(小林興教授)教育学部でのSPPIによる開催

平成15年度:

多数

46

## 理科教員のための遺伝子組換え実験教育研修会参加者

大学名	年度	中学校	高等学校	中高一貫校	博物館	その他	総数
	2001	1	13(3)	2	3	1	20
筑波大学	2002	1	31(26)	1	1	2	36
遺伝子実験センター	2003	4	31(3)	0	2	1	38
	2004	1	12(1)	1	6	2	22
	2005	0	21(2)	0	0	0	21
	2001	0	17(2)	3	0	0	20
東京農工大学	2002	5	13(1)	2	0	0	20
遺伝子実験施設	2003	1	15(3)	2	2	0	20
	2004	0	18(2)	1	1	0	20
	2005	3	14(2)	2	1	0	20
東京学芸大学	2002	11	19(5)	1	1	0	32
	2003	17	14(2)	0	1	0	32
	2004	11	18(2)	0	0	0	29
	2005	22	10(3)	0	0	0	32

Oto M, Ono M and Kamada H, Plant Biotechnol 23: 339-346 (2006) より邦訳

47

## 参考文献

丹生谷博「理科教員のための遺伝子組換え実験教育研修会誌上再現。」バイオテクニシャン17(2):48-59(2009)

笹川由紀, 佐々義子, 大藤道衛, 小野道之「教育目的のヒトゲノム・遺伝子解析実験の普及と実験指針についての検討。」生物教育49(2):90-107(2009)

Oto M, Ono M, Kamada H "Gene literacy education for public understanding of biotechnology in Japan." 20<sup>th</sup> IUBMB International Congress of Biochemistry and Molecular Biology and 11<sup>th</sup> FAOBMB Congress. (2006)

Oto M, Ono M, Kamada H "Gene literacy education in Japan -Fostering public understanding through practice of hands-on laboratory activities in high schools." Plant Biotechnol 23: 339-346 (2006)

大藤道衛「リテラシーとしての遺伝子教育(2)日本における遺伝子リテラシー教育。」バイオテクニシャン 14(1):25-32(2006)

大藤道衛「リテラシーとしての遺伝子教育(1)遺伝子教育とアメリカにおける動向。」バイオテクニシャン 13(1):27-35(2005)

48